

SÂMIA AMIRE MALUF

ESTUDO ELETROMIOGRÁFICO DOS MÚSCULOS ABDUTOR CURTO E  
OPONENTE DO POLEGAR EM MOVIMENTOS: LIVRES,  
CONTRA-RESISTÊNCIA E DE GARRA

Orientador: Dr. Mathias Vitti

Tese apresentada ao Departamento de  
Morfologia da Faculdade de Odontolo  
gia de Piracicaba da Universidade  
Estadual de Campinas, para obtenção  
do Grau de Mestre em Biologia e Pa-  
tologia Buco-Dental.

Área de concentração: Anatomia

— PIRACICABA —

1986

UNIGAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

*Exe pi corrigido  
conforme resolução CCG-036/83  
Piracicaba, 13 de outubro/86  
Mathias Vitti*

Aos meus pais ,  
Romeu e Emília

À minha filha ,  
Thaís

Agradecemos especialmente ao  
Professor Mathias Vitti, pe-  
la orientação, seriedade e  
apoio recebidos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, e, em particular:

Aos docentes e funcionários do curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP, pela oportunidade de desenvolver o programa.

Aos docentes do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pelo apoio e incentivo.

Ao Laboratório de Meios Auxiliares (LMA) da UFSCar, pela execução de gráficos e trabalhos relativos ao material fotográfico.

Aos alunos do curso de Fisioterapia da UFSCar, pela imprescindível participação como voluntários nessa pesquisa eletromiográfica.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, dentre os quais gostaríamos de destacar: Dirceu Costa e Roberto N. Ricarte.

À Profa. Fernanda Telles, pela valiosa revisão de

português.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Estudo a nós cedida.

## ÍNDICE

	Página
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODO.....	10
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO.....	36
CONCLUSÕES.....	52
RESUMO.....	53
SUMMARY.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

## INTRODUÇÃO

Considerando que "o movimento intrínseco é o sinal primordial da vida animal" (Basmajian, 1978), é justificado o constante interesse que o homem, sempre apresentou com relação aos órgãos da locomoção.

No momento em que o homem assume a postura bípede, seus membros superiores adquirem liberdade para desenvolver outras habilidades. Duchenne (1867) acreditava que uma das características que distingue o homem dos símios reside na posição do polegar. O polegar humano é mantido em posição de semi-oponência em direção aos dedos indicador e médio, "sempre pronto a segurar uma caneta, o que permite ao homem expressar seus pensamentos, ou um instrumento, com o qual ele executa milagres da destreza, criados através de sua imaginação".

Observa-se que a complexa organização do membro superior contribui para dar à mão uma variedade e uma firmeza de movimentos sem limites. No ser humano a mão alcança um alto grau de diferenciação, não só como instrumento executor das iniciativas cerebrais, como também órgão de percepção e meio de expressão. A atividade muscular desse segmento se caracteriza pela força, rapidez, precisão e coordenação dos movimentos. Qualquer grau de incapacidade na mão reduz o potencial do homem, pois a mesma pode ser considerada a unidade básica da produtividade humana (Littler, 1970).

Anteriormente a Duchenne (1867), que iniciou o emprego da eletricidade na determinação da dinâmica dos músculos esqueléticos, o estudo da função muscular era exclusiva

mente baseado em estudos clínicos e análise anatomobiomecânica. Este último método, sem dúvida, conduziu ao conhecimento da mecânica própria de cada músculo, porém não às informações sobre o que se passa no indivíduo vivo. A captação dos potenciais elétricos, provenientes da atividade muscular, através da análise eletromiográfica, permitiu o conhecimento da participação efetiva dos músculos, no movimento natural e voluntário (Sousa, 1958-59).

Após o final da Segunda Guerra Mundial, com o aprimoramento dos aparelhos eletrônicos e a crescente difusão de instrumentos desse tipo, os anatomistas, cinesiólogos e médicos foram empregando a eletromiografia com maior frequência. Atualmente, a mesma tornou-se um meio fundamental de investigação, para todos aqueles cujo objeto de estudo é o movimento (Basmajian, 1978).

Duchenne (1867) descreveu detalhadamente a função de cada músculo, determinada através de estimulação elétrica. Atribuiu ao músculo abductor curto do polegar as funções de flexão, abdução e oposição das articulações metacarpofalângica e interfalângica proximal do polegar e extensão da articulação interfalângica distal do polegar. Ao músculo opo<sup>n</sup>nente do polegar, foram atribuídas as funções de flexão, abdução e rotação medial do 1º metacarpiano, sendo que não foi observada atuação nas outras falanges.

Napier (1952 e 54), Kaplan (1965) e Bunnell (1970), fizeram descrições relacionadas à função dos músculos do polegar, baseadas no estudo dos nervos danificados e estudos anátomo-biomecânicos.

Weathersby e colabor. (1963), analisaram a



ação da musculatura extrínseca e intrínseca do polegar nos seguintes movimentos livres: abdução, oponência, flexão, ex tensão, adução palmar, adução ulnar e realização de um "O" entre o polegar e dedo indicador. Relataram que o músculo abdutor curto do polegar exibiu atividade em todos os movimentos, exceto na adução palmar; já o músculo oponente do polegar só não foi ativo no movimento de flexão da articulação interfalangiana do polegar.

Forrest e Basmajian (1965), utilizando eletrodo de fio, estudaram a ação de seis músculos da região tenar e hi potenar, simultaneamente, em vinte e seis indivíduos. Verificaram que os músculos abdutor curto e oponente do polegar apresentaram atividade moderada, nos movimentos de extensão, abdução, preensão de um copo de vidro comum e de uma xícara através da asa. Nos movimentos de oponência livre e contra resistência eles observaram um aumento gradual da intensidade na medida em que o polegar se aproximava do dedo mínimo. A atividade dos dois músculos, nos movimentos de oponência livre, variou de fraca a moderada, enquanto que nos movimentos de oponência contra-resistência, variou de marcada a muito forte. Nos movimentos de flexão, a atividade do músculo abdutor curto do polegar foi considerada insignificante, enquanto que a do músculo oponente do polegar foi fraca. No movimento de adução foi observada inatividade em ambos os músculos.

Hall e Long (1968) realizaram estudo eletromiográfico da musculatura intrínseca da mão na pinça de força. Por ém, tal estudo, se restringe aos dedos, não envolvendo a musculatura do polegar.

Jã Close e Kidd (1969) observaram atividade elétrica nos músculos abdutor curto e oponente do polegar, no movimento de adução e inatividade durante a realização do movimento de flexão.

Long e colabor. (1970) testaram eletromiograficamente cento e quinze indivíduos normais para determinar a função dos músculos extrínsecos e intrínsecos da mão, durante a realização dos movimentos de garra de força e manejo de precisão. Em laboratório experimental, foram executados movimentos contra-resistência utilizando-se as mãos nas atividades da vida diária. Concluíram que os músculos tenares foram ativos em todas as formas de garra de força, exceto no gancho. No manejo de precisão, os músculos tenares atuaram como uma tríade (flexor curto, abdutor curto e oponente) para promover a adução palmar e rotação medial do primeiro metacarpiano. No movimento de pinça estiveram ativos os músculos: flexor curto, adutor e oponente do polegar, promovendo a rotação medial do primeiro metacarpiano.

Trombly e Cole (1979) analisaram eletromiograficamente ação dos músculos: abdutor curto, oponente do polegar, flexor profundo dos dedos, extensor comum dos dedos e primeiro interósseo dorsal, em atividades com resistência em 15 indivíduos. Os resultados da análise de atividades com baixa resistência (segurar objetos livres, como bola de tenis ou de gude) revelaram que os músculos participaram com grau menor de atividade. O tamanho do objeto usado nas garras com baixa resistência não afetou a porcentagem de participação dos músculos estudados. Na análise de atividades com maior resistência (como rosquear tampa e martelar), foi

encontrada, também, uma maior porcentagem de participação dos músculos. Os músculos abdutor curto e oponente do polegar apresentaram potenciais elétricos mais elevados nas atividades de abrir e fechar tampa de rosquear e na pinça ponta-a-ponta.

Cooney e colabor. (1985), estudaram a atividade elétrica de todos os músculos do polegar nos movimentos isométricos e de garra (força, lateral e ponta-a-ponta) em oito indivíduos, sendo que, os resultados obtidos refletem uma atividade mais intensa do músculo oponente do polegar em relação ao músculo abdutor curto, nos movimentos de garra e uma atividade semelhante, nos movimentos isométricos (exceto no de extensão).

Furlani (em publicação) analisou a atividade eletromiográfica de três músculos intrínsecos do polegar (adutor, flexor curto e primeiro interósseo dorsal), e de dois extrínsecos (flexores longos do indicador e do polegar), através de eletrodo de agulha coaxiais simples, em três tipos de pinça polegar-indicador. Verificou que no movimento de preensão leve com a ponta dos dedos a musculatura extrínseca predominava, já o inverso ocorria no movimento de pinça com os dedos estendidos e, finalmente, no movimento de preensão forte a atividade eletromiográfica foi acentuada em ambos grupos musculares. A importância de tal trabalho reside no fato de que busca comparar a atividade dos grupos musculares intrínsecos e extrínsecos, uma vez que existe uma complexa sinergia entre os nove músculos que se inserem nesse pequeno segmento. Porém, tal estudo não se refere, especificamente, aos músculos abdutor curto e oponente do polegar.

Tendo em vista a imensa plasticidade dos movimentos da mão e dedos como um todo, os padrões de preensão da mesma não têm sido claramente definidos. Segundo Bendz (1974), Cooney e colabor. (1985) e Furlani (em publicação), existe muita confusão gerada, também pela sinonímia inadequada com relação aos tipos de pinça. A classificação dos padrões é extremamente importante, não somente para o estudo anatômico e funcional, mas também na avaliação, prevenção e correção das deformidades. Para tal classificação, alguns autores (Griffiths, 1943 em Napier, 1956; Tylor e Schwarz, 1955 em Bendz, 1974; Brunnstron, 1966; Rasch e Burke, 1977, usaram como parâmetro a forma do objeto apreendido. Desse modo teremos por exemplo, as garras esférica e circular.

Porém, Napier (1956) em seu trabalho "Os movimentos de preensão da mão humana", afirmou que um padrão de preensão não deve ser determinado, somente, pela forma do objeto, mas, também, pelo propósito da ação. Com isso foi introduzido um aspecto dinâmico e funcional, na descrição dos movimentos de garra. Napier afirmou também, que as atividades de manipulação devem contemplar dois fatores básicos: força e/ou precisão. Com base nessas afirmações descreveu dois tipos de garra: garra de força e garra de precisão. O objeto, na garra de precisão é manipulado pelos dedos; na garra de força ele é pressionado contra a palma da mão.

Landsmeer (1962) mencionou que as atividades preensoras ou não, da mão incluíam fases dinâmicas e estáticas.

Kapandji, em 1980, levando em consideração as áreas de contato entre o objeto e os dedos e/ou a mão, descreveu os seguintes tipos de garra: por oposição terminal, por opo

sição subterminal, por oposição subtérmino-lateral, palmar em "mão-cheia" (de força), por oposição dígito-palmar e interdígito-lateral (nessas últimas o polegar não participa).

Bendz (1974) chama a atenção para o fato de que Napier (1956), na sua descrição dos tipos de garra, considera os dedos posicionados em flexão, porém, afirma que é possível realizar o movimento de garra, com os dedos em extensão. Isso pode ocorrer na preensão de um objeto plano, por exemplo: um prato comum ou uma revista. Bendz, portanto, para completar o sistema de Napier sugeriu a garra flexora e de extensão.

Sollerman e Sperling (1977) empregaram um sistema de código que incluiu 23 variáveis, tais como a distribuição regional, posição dos dedos e outros. Usando esses sistemas, eles identificaram alguns padrões de garra observados durante a alimentação, mas não mencionaram os padrões usados durante outras atividades.

Kamakura e colabor. (1980) afirmaram que as características dos padrões normais podem ser melhor determinadas através da posição dos dedos. As áreas de contato do objeto com os dedos e/ou a mão, são consideradas de valor complementar na identificação dos padrões, apesar dessas áreas não serem necessariamente iguais às áreas de pressão. Baseando-se nesses parâmetros foi usada a seguinte metodologia: 98 objetos, previamente pintados com tinta contendo cola, foram apreendidos por sete indivíduos adultos, com idade entre 27-37 anos. Na medida em que a mão se abria revelavam-se as áreas de contato e a mão foi fotografada em 3 ou 4 vis-

tas. Realizou-se a comparação das fotos da posição dos dedos e das áreas de contato. Foram considerados iguais os padrões de preensão que demonstrassem semelhança na postura dos dedos e nas áreas de contato. Dessa forma foram encontrados 14 padrões dentro de 4 grandes categorias, a saber: garra de força, garra intermediária, garra de precisão e garra não envolvendo o polegar. As garras de força e de precisão foram baseadas no trabalho de Napier (1956). Na garra intermediária, a palma da mão não está totalmente incluída como área de contato e os dedos estão em flexão moderada. Estão incluídas nessa categoria a garra lateral e a tripode. A garra não envolvendo o polegar compreende as garras tipo gancho e interdígito-lateral.

Abreu (1984), estudando os aspectos clínicos do desequilíbrio muscular, decorrentes da lesão do nervo ulnar, propõe a seguinte classificação para a pinça polegar-indicador: ponta a ponta, subterminal, tripode e lateral. Tal classificação foi utilizada, posteriormente, por Furlani (em publicação).

Observa-se a persistência, até nossos dias, de diversos pontos obscuros relacionados com a musculatura em questão, como, por exemplo, a sinergia entre esses músculos e sua atuação específica nos movimentos da mão, visto serem os mesmos muito diversificados (Ebskow e Long, 1968).

Sendo a mão um órgão de real importância, pois se constitui em instrumento de exploração e manipulação do meio ambiente, bem como de expressão e percepção, e sendo seu es

tudo área passiva de mais pesquisas, o estudo da musculatura tenar se reveste de fundamental interesse para a compreensão dessa complexa parte da miologia.

Dessa forma, a proposição do presente trabalho é analisar eletromiograficamente a participação dos músculos abdutor curto e oponente do polegar, comparando suas respectivas atividades nas seguintes séries de movimentos: 1) movimentos livres do polegar; 2) movimentos contra-resistência do polegar; e 3) movimentos de garra do polegar.

## MATERIAL E MÉTODO

Os músculos oponente do polegar e abdutor curto do polegar do membro superior direito foram analisados eletromiograficamente em 24 voluntários, cuja idade variou de 19 a 30 anos. Houve a preocupação de verificar se os mesmos não possuíam antecedentes patológicos relacionados a moléstias músculo-articulares.

Tal análise foi realizada com o auxílio de um eletromiógrafo marca TECA\* modelo TE-4 de duplo canal, equipado com alto falante e tela de osciloscópio, ambos com ação sincrônica.

Na medida em que os movimentos a serem analisados são finos, bem como os músculos são pequenos e próximos, os potenciais de ação da atividade dos músculos foram captados através de 2 eletrodos de agulha co-axiais simples, desinfetados em solução alcoólica a 70%. A escolha de tais eletrodos é justificada visto que os músculos são pequenos e próximos, o que aumenta a necessidade de registros apurados, no sentido de eliminar a interferência de possíveis potenciais de ação de músculos adjacentes (Basmajian, 1978). Cooney e colabor. (1985) realizaram testes comparando o uso de eletrodos de superfície e intramuscular, no estudo eletromiográfico da musculatura do polegar. Concluíram que o último ti

---

(\*) equipamento eletromiógrafo foi obtido com o auxílio do CNPq (Proc. 3840/70) e FAPESP (Proc. Med. 70/511), e doado ao Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).



po de eletrodo é mais satisfatório pelas razões já expostas.

Com relação ao músculo abdutor curto do polegar, a agulha foi inserida perpendicularmente ao centro de uma linha imaginária que une o tendão do músculo palmar, a nível da articulação do punho, à borda lateral da articulação metacarpofalângica do polegar. Visto que o referido músculo é o mais superficial dos músculos tenares, deve-se apenas aprofundar a agulha 1 cm para não penetrar o músculo oponente do polegar, situado, imediatamente abaixo.

Segundo Alexandre e Hamonet (1969) o músculo oponente do polegar é mais acessível à agulha, ao nível da superfície ântero-lateral da eminência tenar, a 1 cm abaixo da articulação metacarpofalângica; não se permitindo porém que a agulha entre em contato com a face anterior do 1º metacarpiano (Figura 1).

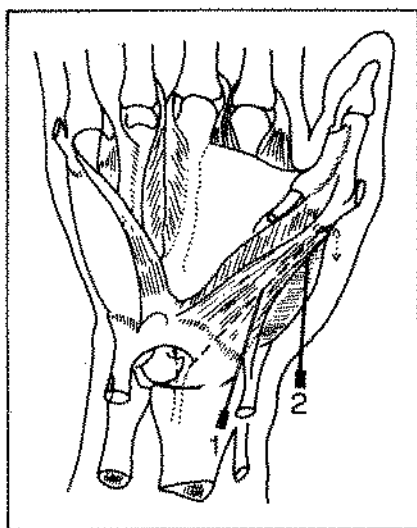


FIGURA 1 - Esquema mostrando a inserção do eletrodo de agulha nos músculos abdutor curto (1) e oponente (2) do polegar, face palmar. (Extraído de Alexandre e Hamonet, 1969, p. 230).

O fio terra foi conectado ao voluntário através de uma placa de metal untada com gel eletrocondutor e aplicada ao pulso direito por meio de uma cinta de retenção.

A calibração do aparelho foi a 500  $\mu$ V/divisão rotineiramente, porém nos casos de superposição de picos do traçado eletromiográfico, foi alterado para 1000  $\mu$ V. A velocidade de feixe foi de 370 ms/divisão.

A documentação fotográfica dos registros eletromiográficos foi realizada em sala escura, com câmara Exa Thage Dresden, de objetiva Isco-Göttingen Isconar 1:2,8/50mm, carregada com Filme Kodak Tri-X Pan (iso-400).

Os exames eletromiográficos foram realizados no interior de uma "gaiola" eletrostática ("gaiola" de Faraday), para evitar interferências externas.

Os voluntários foram analisados na posição sentada, com o antebraço fletido e apoiado sobre a mesa e a mão em posição de repouso. Nesta posição, era observado primeiramente, o relaxamento (silêncio elétrico) e logo após, iniciava-se a execução das seguintes séries de movimentos:

#### 1. Movimentos livres do polegar

1.1- Abdução - afastamento da borda radial da mão e do dedo indicador em um plano perpendicular à palma da mão.

1.2- Adução - movimento de retorno do polegar a partir da posição de abdução, de tal forma que o polegar toque a borda radial da mão.

1.3- Flexão - flexão das articulações metacarpofalângica carpometacarpiana (trapézio - 1º metacarpino) do polegar um plano paralelo à palma da mão.

1.4- Extensão - afastamento da borda radial da mão e do dedo indicador no plano da palma da mão.

1.5- Oponência em direção ao dedo:

1.5.1- indicador

1.5.2- médio

1.5.3- anular

1.5.4- mínimo

Para a realização desses últimos movimentos (oponência livre), os voluntários foram orientados no sentido de manter os respectivos dedos em posição funcional ou seja, com flexão das articulações metacarpofalângicas, semi-flexão das articulações interfalângicas proximais e distais, e ligeira extensão do punho.

O polegar deslocava-se de tal forma que a polpa do mesmo opunha-se em direção à superfície anterior da falange distal de cada dedo. As posições de oponência eram mantidas com suavidade (o polegar e o respectivo dedo tocavam-se apenas).

Durante a execução dos movimentos de oponência, foi permitido o movimento de extensão da articulação do punho, visto que existe uma sinergia entre os músculos flexores dos dedos e os músculos extensores do punho, constatada já, por Duchenne (1867).

## 2. Movimentos contra-resistência do polegar

A série de movimentos, citada no item anterior, era repetida. Porém, ao término da execução de cada um deles, a posição final era mantida contra uma pressão manual aplicada pelo examinador. A intensidade dessa pressão era menor no início, e ia aumentando gradualmente até a posição tornar-se instável. A pressão foi aplicada em direção oposta ao movimento realizado. O local de aplicação da mesma variou segundo o movimento do polegar, de acordo com as especificações abaixo:

Abdução - superfície ântero-lateral da falange proximal.

Adução - borda medial do polegar.

Flexão - superfície anterior da falange proximal do polegar.

Extensão - superfície posterior da falange distal do polegar.

Oponência - cabeça do primeiro metacarpiano.

Durante a realização desses movimentos contra-resistência, o antebraço do voluntário foi estabilizado pelo examinador.

Os fundamentos para a aplicação da resistência foram baseados no trabalho de Kendall e colabor. (1977).

### 3. Movimentos de garra

Como já citado no capítulo anterior, diversos critérios nortearam a descrição dos padrões dos movimentos de garra da mão. Dentre esses critérios: forma do objeto, posição dos dedos, áreas de contato entre o objeto e os dedos e/ou mão, ressalta-se o critério dinâmico e funcional introduzido por Napier (1956), que considera o propósito do movimento de preensão, ou seja, o objetivo da ação.

Tomando-se por base os critérios acima referidos, foi analisada a atividade elétrica dos músculos em questão, durante a fase estática, dos seguintes movimentos de garra:

#### 3.1- Garra de força

O voluntário apreendia um objeto cilíndrico de 20 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro, de tal forma que a palma da mão, bem como a face palmar dos dedos e da falange distal do polegar entrassem em contato com o objeto. As articulações interfalângicas e metacarpofalângicas dos dedos encontravam-se fletidas, enquanto que as do polegar extendidas.

#### 3.2- Garra de precisão

##### 3.2.1- Garra lateral

O voluntário sustentava uma caneta entre a superfície anterior da falange distal do polegar e a borda radial

do dedo indicador. O polegar encontrava-se ligeiramente flexido na articulação interfalângica e o dedo indicador com flexão a  $90^{\circ}$  na articulação metacarpofalângica, podendo as articulações interfalângicas apresentar semi-flexão ou extensão.

### 3.2.2- Garra trípode

O voluntário segurava uma caneta na posição de escrita. As áreas de contato eram: borda radial da falange distal do dedo médio e face palmar da falange distal dos dedos indicador e polegar.

### 3.2.3- Ponta a ponta

O voluntário segurava uma caneta de tal forma que as extremidades distais dos dedos e polegar tocavam o objeto. As articulações metacarpofalângicas e interfalângicas dos dedos, bem como do polegar, encontravam-se em semi-flexão.

### 3.2.4- Circular

Idem ao anterior, porém o objeto utilizado foi uma bola de tênis.

### 3.2.5- Subterminal

Os dedos e polegar entravam em contato com o objeu

to através das suas respectivas faces palmares. Os dedos apresentavam adução, flexão a  $90^{\circ}$  nas articulações metacarpo\_falângicas e extensão nas articulações interfalângicas. O objeto utilizado variou segundo a espessura da pinça.

#### 3.2.5.1- Fina

Caneta.

#### 3.2.5.2- Média

Cilindro de 3 cm de diâmetro.

#### 3.2.5.3- Grossa

Copo de vidro comum.

Todos os movimentos foram realizados lentamente e cada posição foi mantida por alguns segundos, antes de retornar à posição de repouso.

Os dados foram analisados de acordo com a classificação de Basmajian (1978) como segue:

- (-) inatividade
- (+) leve
- (++) moderada
- (+++) forte
- (+++++) muito forte

## RESULTADOS

Para efeito de análise, os resultados eletromiográficos foram dispostos em três tabelas, sendo que cada uma, contém os valores percentuais da série de movimentos correspondente, a saber: movimentos livres, contra-resistência e de garra.

Nesse capítulo, ainda, é apresentada a documentação fotográfica dos eletromiogramas mais significativos.



TABELA 1 - Valores numéricos e percentuais (entre parêntesis) das diferentes intensidades registradas nos mm abdutor curto e oponente do polegar durante a realização da série dos movimentos livres do polegar.

MOVIMENTOS \ MÚSCULOS \ ATIVIDADE		INATIVO (-)	LEVE (+)	MODERADA (++)	FORTE (+++)	MUITO FORTE (++++)	TOTAL	
ABDUÇÃO	abdutor curto	-	-	-	12(50,0)	12(50,0)	24(100)	
	oponente	-	7(29,16)	12(50,0)	4(16,66)	1( 4,16)	24(100)	
ADUÇÃO	abdutor curto	24(100)	-	-	-	-	24(100)	
	oponente	24(100)	-	-	-	-	24(100)	
FLEXÃO	abdutor curto	1( 4,16)	5(20,83)	6(25,0)	9(37,5)	3(12,5)	24(100)	
	oponente	3(12,5)	4(16,66)	6(25,0)	8(33,33)	2( 8,32)	24(100)	
EXTENSÃO	abdutor curto	5(20,83)	-	7(29,16)	11(45,83)	1( 4,16)	24(100)	
	oponente	5(20,83)	4(16,66)	12(50,0)	3(12,5)	-	24(100)	
OPONÊNCIA EM DIREÇÃO	indicador	abdutor curto	-	3(12,5)	12(50,0)	8(33,33)	1( 4,16)	24(100)
		oponente	-	2( 8,32)	14(58,33)	6(25,0)	2( 8,32)	24(100)
	médio	abdutor curto	-	-	8(33,33)	11(45,83)	5(20,83)	24(100)
		oponente	-	-	7(29,16)	12(50,0)	5(20,83)	24(100)
	anular	abdutor curto	-	-	3(12,5)	10(41,66)	11(45,83)	24(100)
		oponente	-	-	2( 8,32)	10(41,66)	12(50,0)	24(100)
	mínimo	abdutor curto	-	-	2( 8,32)	7(29,16)	15(62,5)	24(100)
		oponente	-	-	-	6(25,0)	18(75)	24(100)

TABELA 2 - Valores numéricos e percentuais (entre parêntesis) das diferentes intensidades registradas nos mm abdutor curto e oponente do polegar durante a realização da série dos movimentos contra-resistência.

MOVIMENTOS \ MÚSCULOS \ ATIVIDADE		INATIVO	LEVE	MODERADA	FORTE	MUITO FORTE	TOTAL	
		(-)	(+)	(++)	(+++)	(++++)		
ABDUÇÃO	abdutor curto	-	-	-	5(20,83)	19(79,17)	24(100)	
	oponente	-	-	3(12,5)	13(54,16)	8(33,33)	24(100)	
ADUÇÃO	abdutor curto	24(100)	-	-	-	-	24(100)	
	oponente	24(100)	-	-	-	-	24(100)	
FLEXÃO	abdutor curto	-	-	1( 4,16)	12(50,0)	11(45,83)	24(100)	
	oponente	-	-	7(29,16)	9(37,5)	8(33,33)	24(100)	
EXTENSÃO	abdutor curto	-	-	2( 8,32)	11(45,83)	11(45,83)	24(100)	
	oponente	-	1( 4,16)	9(37,5)	12(50,0)	2( 8,32)	24(100)	
OPONÊNCIA EM DIREÇÃO	indicador	abdutor curto	-	7(29,16)	3(12,5)	11(45,83)	3(12,5)	24(100)
		oponente	-	2( 8,32)	8(33,33)	7(29,16)	7(29,16)	24(100)
	médio	abdutor curto	-	1( 4,16)	2( 8,32)	12(50,0)	9(37,5)	24(100)
		oponente	-	1( 4,16)	3(12,5)	11(45,83)	9(37,5)	24(100)
	anular	abdutor curto	-	-	1( 4,16)	7(29,16)	16(66,66)	24(100)
		oponente	-	-	-	6(25,0)	18(75,0)	24(100)
	mínimo	abdutor curto	-	-	-	5(20,83)	19(79,17)	24(100)
		oponente	-	-	-	3(12,5)	21(87,5)	24(100)

TABELA 3 - Valores numéricos e percentuais (entre parêntesis) das diferentes intensidades registradas nos mm abdutor curto e oponente do polegar durante a realização da série dos movimentos de garra.

MOVIMENTOS	ATIVIDADE		INATIVO	LEVE	MODERADA	FORTE	MUITO FORTE	TOTAL
	MÚSCULOS		(-)	(+)	(++)	(+++)	(++++)	
FORÇA	abdutor curto	-		3(12,5)	11(45,83)	4(16,66)	6(25,0)	24(100)
	oponente	-		3(12,5)	4(16,66)	11(45,83)	6(25,0)	24(100)
LATERAL	abdutor curto	-		3(12,5)	9(37,5)	7(29,16)	5(20,83)	24(100)
	oponente	-		3(12,5)	5(20,83)	12(50,0)	4(16,66)	24(100)
TRÍPODE	abdutor curto	-		2( 8,32)	8(33,33)	10(41,66)	4(16,66)	24(100)
	oponente	-		1( 4,16)	9(37,5)	10(41,66)	4(16,66)	24(100)
PONTA-A-PONTA	abdutor curto	-		3(12,5)	3(12,5)	8(33,33)	10(41,66)	24(100)
	oponente	-		-	4(16,66)	12(50,0)	8(33,33)	24(100)
CIRCULAR	abdutor curto	-		-	8(33,33)	10(41,66)	6(25,0)	24(100)
	oponente	-		3(12,5)	5(20,83)	8(33,33)	8(33,33)	24(100)
SUBTERMINAL	fina	abdutor curto	-	2( 8,32)	5(20,83)	9(37,5)	8(33,33)	24(100)
		oponente	-	1( 4,16)	5(20,83)	10(41,66)	8(33,33)	24(100)
	média	abdutor curto	-	3(12,5)	4(16,66)	10(41,66)	7(29,16)	24(100)
		oponente	-	2( 8,32)	6(25,0)	10(41,66)	6(25,0)	24(100)
	grossa	abdutor curto	-	6(25,0)	4(16,16)	12(50,0)	2( 8,32)	24(100)
		oponente	-	4(16,16)	9(37,5)	5(20,83)	6(25,0)	24(100)

## 1. MOVIMENTOS LIVRES DO POLEGAR

### 1.1- Abdução

Nesse movimento, observou-se que o potencial de ação do abdutor curto do polegar, variou de forte a muito forte, com a frequência de 50% em cada grau de atividade.

Já o oponente do polegar, apresentou menor intensidade na atividade eletromiográfica, como mostra a Figura 2, uma vez que a mesma experimentou variações de leve (29,16%) a forte (16,66%), sendo que a maior frequência (50%) observada foi para a atividade moderada. Apenas um caso (4,16%) apresentou atividade muito forte.

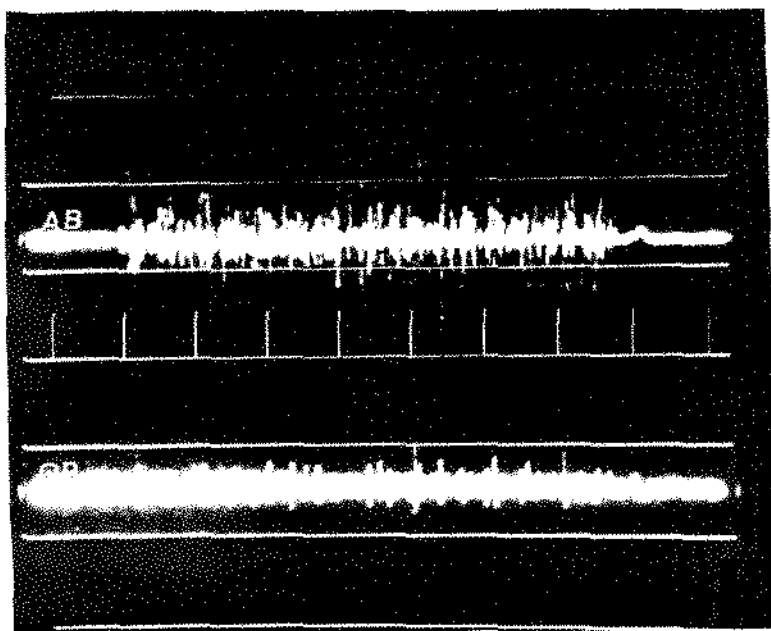


FIGURA 2 - Eletromiograma dos músculos abdutor curto (canal superior) e oponente do polegar (canal inferior) com atividade forte (3+) e moderada (2+) respectivamente, durante o movimento de abdução livre. Velocidade 370 ms/div. Calibração -1000  $\mu$ V

## 1.2- Adução

Ambos os músculos revelaram-se inativos na totalidade dos casos. No início do movimento, alguns casos apresentaram atividade leve, que cessava na medida em que o polegar aduzia, talvez devido à posição inicial, em abdução (Figura 3).

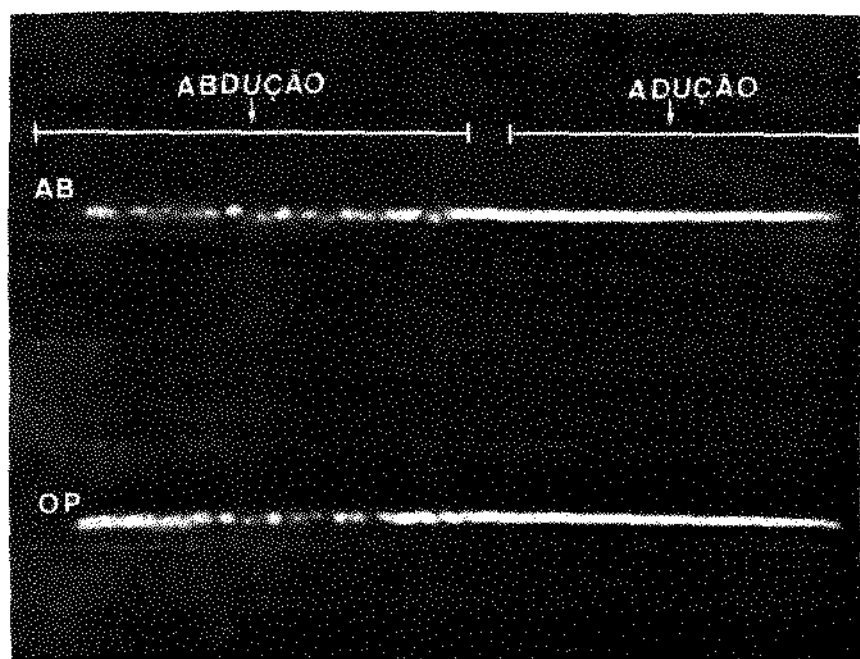


FIGURA 3 - Eletromiograma dos músculos abdutor curto (canal superior) e oponente do polegar (canal inferior) com inatividade durante o movimento de adução. Velocidade  $\overline{\quad\quad\quad}$  370 ms/div. Calibração - 1000  $\mu$ V.

## 1.3- Flexão

Verificou-se que a intensidade do potencial de ação eletromiográfico, nos dois músculos em questão variou de leve a muito forte, sendo que a maioria dos casos (37,5%

para o músculo abductor curto do polegar e 33,33% para o músculo oponente do polegar) apresentou atividade moderada.

Observou-se, ainda, um caso (4,16%) de inatividade com relação ao músculo abductor curto do polegar, e três casos (12,5%) com relação ao músculo oponente do polegar.

Comparando os resultados obtidos nesse movimento, com os obtidos no movimento de abdução, pode-se observar que o oponente do polegar foi mais intensamente ativo no de flexão, enquanto que o abductor curto do polegar, no de abdução.

Durante a realização desse movimento, grande parte dos voluntários referiram dor, provavelmente, devido ao deslocamento da agulha.

#### 1.4- Extensão

A atividade eletromiográfica do músculo abductor curto do polegar foi mais intensa. Com exceção de cinco casos (20,83%), que se revelaram inativos, a atividade do referido músculo variou entre moderada (29,16%) e forte (45,83%), sendo que apenas um caso (4,16%) apresentou atividade muito forte.

O músculo oponente do polegar apresentou inatividade em 20,83% dos casos, o restante exibiu atividade leve em 16,66% dos casos, moderada em 50% dos casos e somente em 12,5% dos casos, verificou-se atividade forte. Através desses resultados, observa-se que a atividade desse músculo é menos intensa no movimento de extensão, do que no movimento anterior.

## 1.5- Oponência

### 1.5.1- Em direção ao dedo indicador

Ambos os músculos apresentaram um predomínio para a atividade moderada (em 50% dos casos para o abdutor curto e em 58,33% dos casos para o músculo oponente do polegar) (Figura 4).

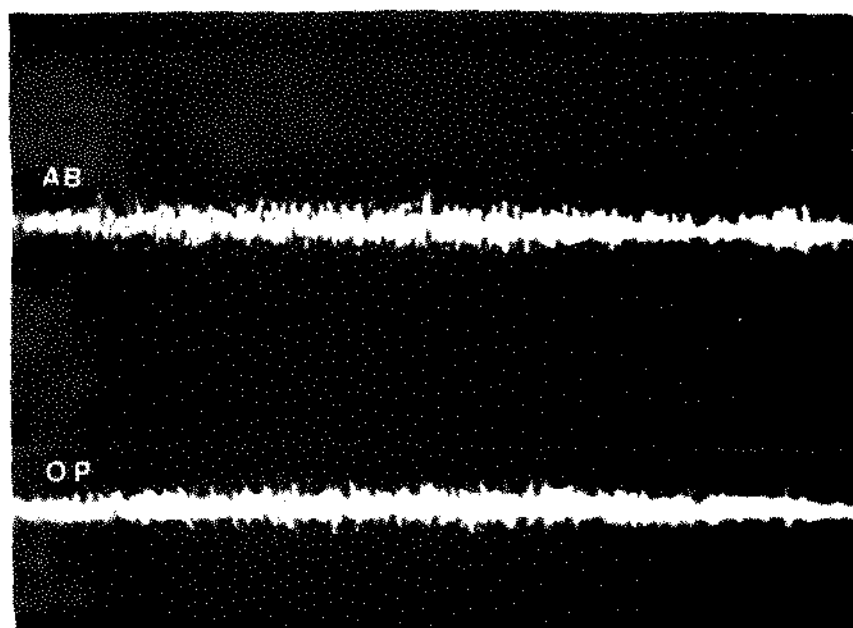


FIGURA 4 - Eletromiograma dos músculos abdutor curto (canal superior) e oponente do polegar (canal inferior) com atividade forte (3+) para ambos os músculos durante o movimento de oponência livre em direção ao dedo indicador. Velocidade  $\longrightarrow$  370 ms/div. Calibração - 1000  $\mu$ V.

#### 1.5.2- Em direção ao dedo médio

Observou-se um predomínio para a atividade forte nos dois músculos estudados (45,83% com relação ao músculo abdutor curto e 50% com relação ao músculo oponente do polegar), o que significa que houve um aumento na intensidade da atividade elétrica.

#### 1.5.3- Em direção ao dedo anular

Ambos os músculos exibiram um aumento de intensidade, nas suas respectivas atividades, de tal forma que, predominou a atividade muito forte em 45,83% dos casos, para o músculo abdutor curto do polegar, e em 50% dos casos para o músculo oponente do polegar.

#### 1.5.4- Em direção ao dedo mínimo

Verificou-se, novamente, um aumento de intensidade na atividade elétrica dos dois músculos (Figura 5), sendo que, o potencial de ação foi muito forte em 62,5% dos casos, para o músculo abdutor curto do polegar, e em 75% dos casos, para o músculo oponente do polegar.

Portanto, na medida em que o polegar se aproximou do dedo mínimo, o grau de atividade, em ambos os músculos, sofreu um aumento progressivo.



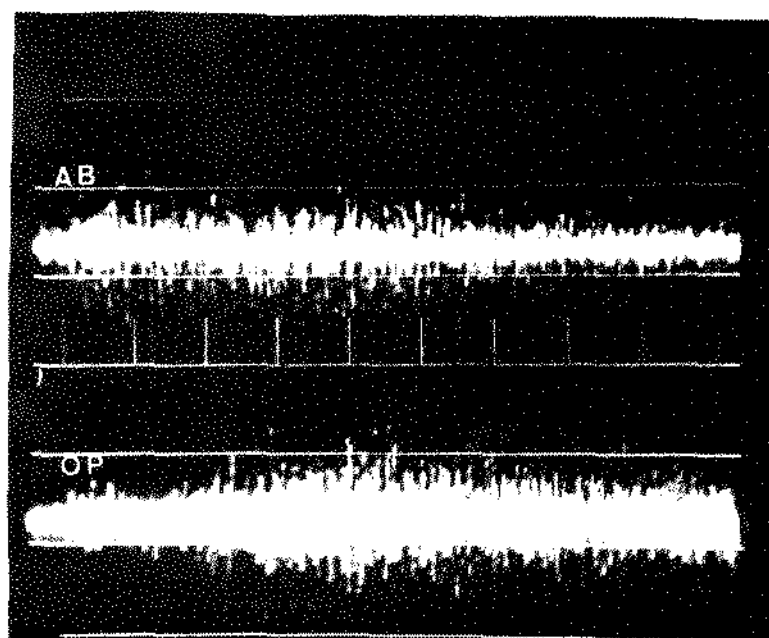


FIGURA 5 - Eletromiograma dos músculos abdutor curto (canal superior) e oponente do polegar (canal inferior) com atividade muito forte (4+) em ambos os músculos durante o movimento de oponência em direção ao dedo mínimo. Velocidade  $\longrightarrow$  370 ms/div. Calibração - 1000  $\mu$ V.

Nos movimentos livres de abdução e extensão, o músculo abdutor curto exibiu maior atividade que o músculo oponente do polegar.

## 2. MOVIMENTOS CONTRA-RESISTÊNCIA DO POLEGAR

### 2.1- Abdução

Houve um aumento na intensidade de ambos os músculos, conforme Figura 6, se comparada com o respectivo movimento livre; porém o músculo abdutor curto do polegar continuou predominando de tal forma que, a maioria dos casos (79,17%) apresentou atividade muito forte. O músculo oponente do polegar apresentou maior freqüência (54,16%) na atividade for

te, sendo que em 12,5% dos casos, foi observada atividade moderada e, em 33,33% dos casos, atividade muito forte.

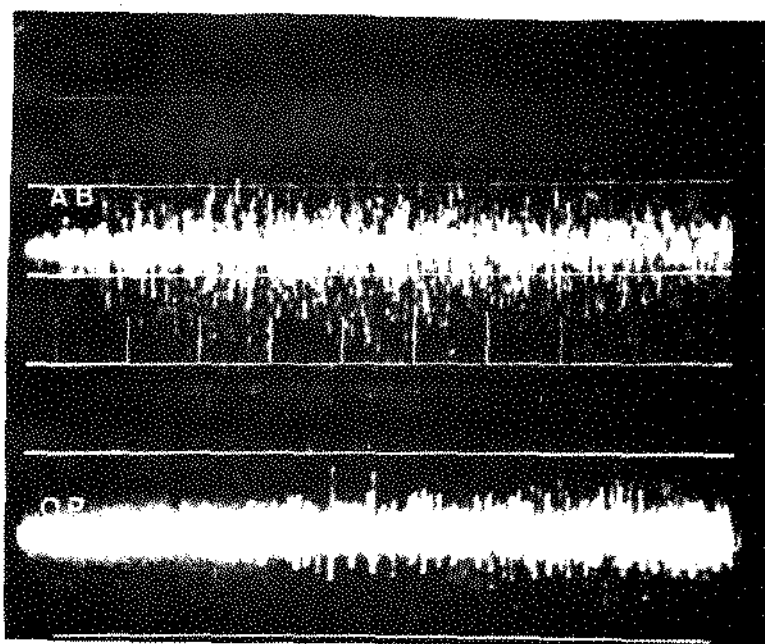


FIGURA 6 - Eletromiograma dos músculos abdutor curto (canal superior) e oponente do polegar (canal inferior) com atividade muito forte (4+) e forte (3+) respectivamente, durante o movimento de abdução contra-resistência. Velocidade  $\longrightarrow$  370 ms/div. Calibração - 1000  $\mu$ V.

## 2.2- Adução

Os músculos permaneceram apresentando inatividade.

## 2.3- Flexão

Observou-se, em ambos músculos, uma predominância na atividade forte (50% para o músculo abdutor curto do polegar e 37,5% para o músculo oponente do polegar). Nesse mesmo movimento livre, a predominância, também, foi para a ati

vidade forte, porém, observou-se, na flexão contra-resistência, um aumento na frequência da atividade muito forte, 45,83% e 33,33% para os músculos abdutor curto e oponente do polegar, respectivamente.

O músculo abdutor curto do polegar apresentou maior atividade elétrica, em relação ao músculo oponente do polegar.

De forma análoga, no movimento de flexão livre, alguns voluntários referiram dor durante a execução do mesmo movimento contra-resistido.

## 2.4- Extensão

Houve um aumento da atividade eletromiográfica, em ambos os músculos, de tal forma que o músculo abdutor curto do polegar apresentou atividade forte (45,83%) e muito forte (45,83%), na maioria dos casos; o músculo oponente do polegar apresentou atividade forte em 50% dos casos, moderada em 37,5%, muito forte em 8,32% e leve em 4,16% dos casos.

O músculo abdutor curto do polegar foi mais intensamente ativo que o músculo oponente do polegar.

## 2.5- Oponência

### 2.5.1- Em direção ao dedo indicador

Os eletromiogramas dos músculos em questão, revelaram atividades variando de leve a muito forte, nesse movimento. O músculo abdutor curto apresentou uma predominância

para a atividade forte (45,83%), enquanto o músculo oponente, para a atividade moderada (33,33%), muito embora 58,32% dos casos tenham ficado distribuídos nas atividades forte (29,16%) e muito forte (29,16%).

#### 2.5.2- Em direção ao dedo médio

Houve um aumento na atividade elétrica, em ambos os músculos, em comparação ao movimento anterior. A predominância é para a atividade forte, em 50% dos casos, para o músculo abdutor curto do polegar e, em 45,83%, para o músculo oponente do polegar. Em 37,5% dos casos, a atividade foi considerada muito forte, para ambos os músculos, não havendo diferença significativa, entre as intensidades das respectivas atividades de cada músculo.

#### 2.5.3- Em direção ao dedo anular

A maioria dos casos (66,66% para o músculo abdutor curto e 75% para o músculo oponente do polegar) apresentou atividade muito forte, havendo, portanto, um aumento gradual, em relação ao movimento anterior.

#### 2.5.4- Em direção ao dedo mínimo

Observou-se, novamente, um aumento progressivo, de tal forma que, a atividade elétrica do músculo abdutor curto do polegar foi muito forte em 79,17% dos casos, e a do músculo oponente do polegar foi muito forte em 87,5%, apresentando este uma frequência ligeiramente maior que aquele.

Comparando as séries de movimentos de oponência livre e contra-resistência, observa-se que, muito embora os músculos em questão tenham apresentado maior atividade, nos movimentos contra-resistência, os mesmos apresentaram, em ambas as séries de movimentos, aumentos graduais, na medida em que o polegar se opunha, em direção ao dedo mínimo (Figuras 7 e 8).

De uma maneira geral, durante a realização da série de movimentos contra-resistência, os músculos apresentaram um aumento na atividade elétrica, se comparada com os dados obtidos na série de movimentos livres.

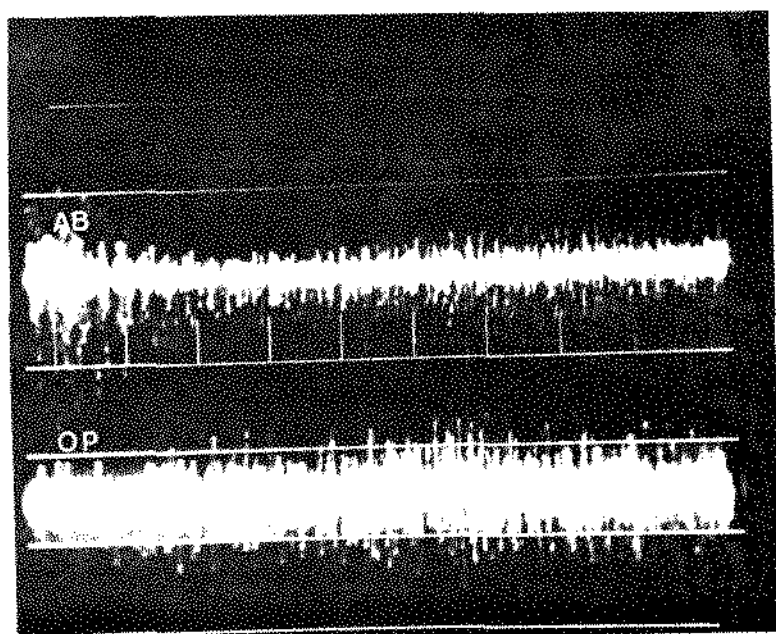


FIGURA 7 - Eletromiograma dos músculos abdutor curto (canal superior) e oponente do polegar (canal inferior) com atividade forte (3+) e muito forte (4+) respectivamente, durante o movimento de oponência contra-resistência em direção ao dedo indicador. Velocidade 370 ms/div. Calibração - 1000  $\mu$ V

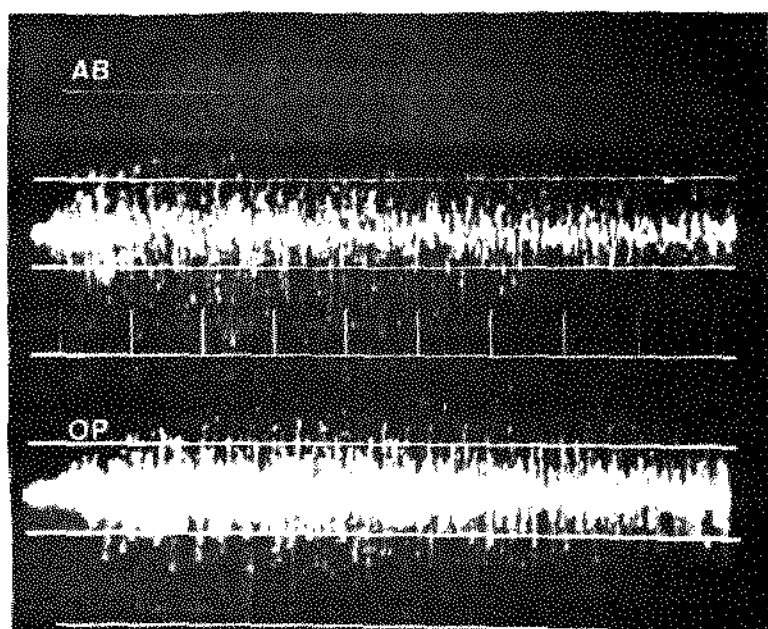


FIGURA 8 - Eletromiograma dos músculos abdutor curto (canal superior) e oponente do polegar (canal inferior) com atividade muito forte (4+) em ambos os músculos durante o movimento de oposição contra-resistência em direção ao dedo mínimo. Velocidade — 370 ms/div. Calibração - 1000 µV.

### 3. MOVIMENTOS DE GARRA

Nos movimentos de garra, ambos os músculos apresentaram atividade variando de leve a muito forte, com exceção do músculo oponente do polegar, na garra ponta-a-ponta, e do músculo abdutor curto, na garra circular, que apresentaram variações de moderada a muito forte.

#### 3.1- Garra de força

Observou-se em 45,83% dos casos, atividade moderada para o músculo abdutor curto do polegar e atividade forte para o músculo oponente do polegar. Em 25% dos casos, a

atividade foi considerada muito forte, para ambos os músculos. Em 16,66% dos casos, a atividade foi considerada forte para o músculo abdutor curto e moderada para o músculo oponente do polegar. Finalmente, em 12,5% dos casos foi encontrada atividade leve.

Verificou-se, portanto, uma atividade maior do músculo oponente do polegar.

### 3.2- Garra lateral

Novamente, o músculo oponente do polegar apresentou atividade predominantemente forte (50%), superando ligeiramente o músculo abdutor curto do polegar, cuja atividade foi predominantemente moderada, em 37,5% dos casos, muito embora, em 29,16% dos casos a atividade tenha sido considerada forte e em 20,83%, muito forte. O músculo oponente do polegar apresentou ainda, em 16,66% atividade muito forte e em 20,83%, atividade moderada. Em 12,5% dos casos, a atividade foi considerada leve, em ambos os músculos.

### 3.3- Garra tripode

Os dois músculos apresentaram atividade forte, em 41,66% dos casos e atividade muito forte, em 16,66% dos casos, não havendo, portanto, diferença significativa entre as respectivas atividades musculares. Com relação ao músculo abdutor curto do polegar, 8,32% dos casos apresentaram atividade leve e 33,33% atividade moderada. Já com relação ao músculo oponente do polegar, somente um caso (4,16%) apresentou ativi-

dade leve e 37,5%, moderada.

### 3.4- Ponta-a-ponta

O músculo abdutor curto do polegar apresentou em 41,66% dos casos, atividade muito forte, em 33,33% dos casos, atividades forte e em 12,5%, atividade leve e moderada. Já o músculo oponente do polegar, apresentou em 50% dos casos, atividade forte, em 33,33% atividade muito forte e em 16,66% atividade moderada, tendo, portanto, sua atividade ligeiramente suplantada pela atividade do músculo abdutor curto.

### 3.5- Garra circular

O músculo abdutor curto exibiu uma atividade considerada moderada em 33,33%, forte em 41,66% e muito forte em 25% dos casos. Já o músculo oponente apresentou atividade considerada leve em 12,5%, moderada em 20,83%, forte e muito forte em 66,66% dos casos, não havendo, portanto, diferença significativa entre as atividades dos respectivos músculos.

### 3.6- Garra subterminal

#### 3.6.1- Fina

Na garra subterminal fina 8,32% dos casos apresentaram atividade leve; 20,83%, moderada; 37,5%, forte e 33,33%, muito forte, com relação ao músculo abdutor curto do polegar; e no que diz respeito ao músculo oponente do polegar a



distribuição da frequência foi a seguinte: 4,16% leve; 20,83% moderada; 41,66% forte e 33,33% muito forte.

### 3.6.2- Média

Na garra subterminal média, observou-se que o músculo abductor curto do polegar apresentou atividade leve em 12,5% dos casos, moderada em 16,16%, forte em 41,66% e muito forte em 29,16%. O músculo oponente do polegar exibiu atividade leve em 8,32% dos casos, moderada em 25%, forte em 41,66% e muito forte em 25%.

Portanto, para ambos os tipos de garra, os músculos em questão apresentaram atividade eletromiográfica considerada predominantemente forte e muito forte.

### 3.6.3- Grossa

O músculo abductor curto do polegar apresentou em 50% dos casos atividade elétrica forte, em 25% leve, em 16,16% moderada e em apenas 8,32% atividade muito forte.

Já o músculo oponente apresentou atividade elétrica leve em 16,16% dos casos, moderada em 37,5%, forte em 20,83% e muito forte em 25% dos casos.

Comparando os dados obtidos nesse movimento, com os obtidos nos movimentos de garra subterminal fina e média, observa-se uma ligeira diminuição na intensidade da atividade elétrica, dos dois músculos estudados.

## DISCUSSÃO

A presente discussão será encaminhada no sentido de melhor comparação da atividade elétrica dos músculos em questão.

### 1. SÉRIE DE MOVIMENTOS LIVRES

#### 1.1- Abdução

O resultado está de acordo com os trabalhos de Duchenne (1867) que aplicando a estimulação elétrica nos músculos, obtinha o movimento de abdução. Estes resultados confirmam, também, os achados anatomo-clínicos dos músculos tenares, desenvolvidos por Napier (1952, 53, 56), McFarlane (1962), Kaplan (1965) e Bunnell (1970). Trabalhos eletromiográficos dos músculos oponente e abdutor curto do polegar apresentados por Weathersby e colabor. (1963); Forrest e Basmajian (1965); Close e Kidd (1969); Johnson e Forrest (1970) e Long e colabor. (1970), foram aqui também confirmados.

Forrest e Basmajian (1965) relatam que foram encontrados níveis iguais de atividades, nos músculos oponente do polegar e abdutor curto do polegar, durante o movimento de abdução, sendo que a mesma foi considerada forte. Close e Kidd (1969), consideraram as atividades dos músculos abdutor curto do polegar e oponente do polegar, como sendo, respectivamente, média e forte no movimento de abdução.

Porém, os dados registrados, no presente traba-

lho, revelam que o músculo abdutor curto do polegar foi intensamente mais ativo que o músculo oponente do polegar.

O polegar, segundo Srinivasan e Landsmeer (1982), pode ser considerado um sistema triarticular ativado por músculos mono-articulares (abdutor longo e oponente), biarticulares (extensor curto, flexor curto, adutor e abdutor curto) e triarticulares (extensor longo e flexor longo).

Para a realização do movimento de abdução, segundo a metodologia proposta no presente estudo, era necessário trazer o polegar perpendicularmente ao plano da palma da mão, tendo, portanto, que ser deslocado anteriormente não só o primeiro metacarpiano, como também, a falange proximal, uma vez que a articulação metacarpofalângica é biaxial; logo, estão envolvidas nesse movimento duas articulações (Cooney e Chiao, 1977).

O músculo abdutor curto do polegar, sendo biarticular, talvez seja mais solicitado que o músculo oponente do polegar (monoarticular), uma vez que, mecanicamente, pode atuar nas duas articulações envolvidas nesse movimento.

## 1.2- Adução

Weathersby e colabor. (1963) e Close e Kidd (1969) referem forte atividade elétrica no músculo oponente do polegar, durante o movimento de adução, o que se contrapõe aos dados registrados no presente estudo. Porém, a disposição anatômica, bem como estudos clínicos dos referidos músculos, segundo Napier (1952-1953), McFarlane (1962), Kaplan (1965) e Bunnell (1970), não conferem aos mesmos participação nes-

se movimento. Além disso, os estudos eletromiográficos realizados por Forrest e Basmajian (1965), Long e colabor. (1970) e Cooney e colabor. (1985), confirmam a inatividade dos músculos em questão, durante o movimento de adução do polegar.

Na hanseníase, quando ocorre lesão do nervo media no, apesar do comprometimento dos músculos abdutor curto e oponente do polegar, observa-se o movimento de adução, que passa a exercer importante papel nas atividades de manipulação, uma vez que o paciente, privado dos movimentos de oposição, apreende os objetos entre a borda medial do polegar e a borda lateral do segundo metacarpiano e do dedo indicador. Logo, a lesão dos referidos músculos não interfere na realização do movimento de adução.

Portanto, levando em consideração os resultados do presente estudo, bem como os encontrados na literatura, e ainda as observações clínicas, pode-se inferir que os músculos em estudo não participam desse movimento.

### 1.3- Flexão

Os resultados do presente estudo confirmam os tra balhos eletromiográficos de: Weathersby e colabor. (1963); e Johnson e Forrest (1970).

Close e Kidd (1969), porém, referem não terem encontrado atividade elétrica, nos músculos em questão, no movimento de flexão do polegar.

O movimento de flexão, conforme previsto na metodologia deste trabalho, foi realizado de tal forma a envol-

ver as três articulações do polegar.

O músculo abdutor curto do polegar, devido à sua inserção palmar na falange proximal do polegar, pode, mecanicamente, participar do movimento de flexão do primeiro metacarpiano e da falange proximal (Napier, 1952-1953; McFarlane, 1962; Kaplan, 1965; Bunnell, 1970 e Johnson e Forrest, 1970). No que diz respeito à falange distal, o músculo abdutor curto do polegar se insere dorsalmente, tornando inviável sua participação na flexão desta falange; os potenciais de ação observados nesse músculo, portanto, correspondem à sua ação na flexão das articulações trapéziometacarpiana e metacarpofalângica. Talvez, a sua natureza biarticular, seja responsável pela atividade ligeiramente superior, apresentada por esse músculo.

Já os potenciais elétricos observados no músculo oponente do polegar foram devidos à sua participação exclusiva na articulação trapézio-metacarpiana, uma vez que este músculo atua somente no primeiro metacarpiano (McFarlane, 1962). Weathersby e colabor. (1963) justificam que a atividade exibida pelo músculo oponente do polegar, durante a flexão da articulação metacarpofalângica, é devida à incapacidade de em fletir essa articulação, de forma isolada do primeiro metacarpiano.

#### 1.4- Extensão

De acordo com estudos eletromiográficos de Weathersby e colabor. (1963); Forrest e Basmajian (1965) e Close e Kidd (1969), verificou-se no presente estudo, ativida-

de nos músculos abductor curto e oponente do polegar. Constatu-se, ainda que, o primeiro músculo foi intensamente mais ativo que o segundo.

Napier (1952) afirma que o músculo abductor curto do polegar forma a maior parte da superfície lateral da expansão dorsal. Esta expansão consiste de fibras tendinosas, algumas passando horizontalmente em direção ao dorso do dedo, outras distalmente, para formar um prolongamento que se funde com o tendão do músculo extensor longo do polegar, perto de sua inserção. McFarlane (1962); Kaplan (1965); Bunnell (1970) e Kendal e colabor. (1977) concordam com a afirmação de Napier, citando inclusive, casos de lesão do nervo radial, nos quais o músculo extensor longo do polegar era substituído, em parte, pelo músculo abductor curto no movimento de extensão da falange distal do polegar.

A participação do músculo oponente do polegar, no movimento de extensão, é, mecanicamente, inviável, devido à localização palmar do mesmo.

Weathersby e colabor. (1963), que também encontraram atividade elétrica no músculo oponente do polegar, no movimento de extensão, sugerem que o aparecimento de potenciais de ação no músculo oponente do polegar, nesse movimento, seria proveniente de uma resposta reflexa do músculo ao estiramento. Ralston e Libet (1953), refutam essa teoria dizendo que não há atividade elétrica, a não ser que o estiramento seja brusco, para causar o reflexo. Basmajian (1978) relata que o músculo estirado sob a ação do músculo antagonista está completamente relaxado, exceto no final do movimento. Weathersby e colabor. (1963), confirmados posterior-

mente por Forrest e Basmajian (1965), acabam concluindo que uma possível explicação para o aparecimento dos potenciais de ação, seria o papel estabilizador que o músculo oponente do polegar exerce, para a produção de um movimento preciso e homogêneo.

Close e Kidd (1969), consideraram as atividades dos músculos abdutor curto do polegar e oponente do polegar, como sendo média e forte respectivamente, nesse movimento.

Levando-se em consideração o exposto acima, pode-se inferir que os potenciais elétricos observados no músculo abdutor curto do polegar, são decorrentes de sua participação na extensão da falange distal. Já os observados no músculo oponente do polegar, decorrem, segundo Weathersby e colabor. (1963); Forrest e Basmajian (1965), do papel estabilizador desse músculo, na execução do movimento fino.

### 1.5- Oponência

Duchenne (1867) observou o movimento de oponência durante a estimulação elétrica dos músculos abdutor curto e oponente do polegar. Observou ainda que, se o metacarpião estiver abduzido, o movimento de oponência é maior, durante a aplicação do estímulo elétrico.

Napier (1952), através de um estudo clínico de sessenta casos de paralisia do nervo mediano e dissecação do músculo abdutor curto do polegar em quarenta e dois indivíduos, conclui que a paralisia do músculo citado, acarreta a perda da abdução e dos movimentos de rotação, na articulação metacarpofalângica. Nessas circunstâncias, o movimento

de oponência é incompleto, não ocorre o contato polpa-a-polpa dos dedos, conseqüentemente os movimentos de garra são alterados.

Weathersby e colabor. (1963) analisando eletromiograficamente a musculatura intrínseca e extrínseca do polegar, referem que o movimento de oponência envolveu um número maior de músculos, que os outros movimentos pesquisados. Entre os músculos ativos, constavam os músculos abdutor curto e oponente do polegar.

Forrest e Basmajian (1965) pesquisaram, através da eletromiografia dos músculos tenares e hipotenares, oito posições de oponência, nas quais a polpa do polegar tocava, simultaneamente, a superfície lateral da falange distal e a polpa de cada dedo. Foi observado um aumento gradual nas atividades dos músculos tenares, na medida em que o polegar se aproximava do dedo mínimo. O músculo oponente do polegar foi o músculo que maior atividade apresentou. Estes resultados confirmam os resultados obtidos no presente trabalho.

Segundo Napier (1953); Kaplan (1965) e Bunnell (1970), o movimento de oponência é composto biomecanicamente, dos movimentos de flexão, abdução e rotação medial. Cooney e colabor. (1981), através de um método radiográfico usando marcadores em forma de T, realizaram um estudo quantitativo da amplitude dos movimentos da articulação metacarpofalângica. Seus resultados confirmam os achados dos autores acima citados, acrescentando que, o primeiro metacarpiano, durante o movimento de oponência, apresenta:  $6,2^{\circ}$  de flexão,  $15,6^{\circ}$  de abdução e  $19,5^{\circ}$  de rotação medial. Pode-se observar a expressiva amplitude deste último movimento. Na-



pier (1953) ressalta a admirável situação do músculo oponente do polegar, com relação à rotação medial do primeiro metacarpiano. Talvez, devido a esses fatores, o músculo oponente do polegar tenha apresentado maior atividade em relação ao músculo abdutor curto.

Confrontando-se os dados obtidos no presente estudo com os dados encontrados na literatura pertinente, pode-se inferir que durante os movimentos livres, o músculo abdutor curto foi mais ativo que o músculo oponente, nos movimentos de abdução, flexão e extensão; porém, no movimento de oponência, o músculo oponente revelou uma atividade ligeiramente superior, e no movimento de adução, ambos foram inativos.

## 2. SÉRIE DE MOVIMENTOS CONTRA-RESISTÊNCIA

Forrest e Basmajian (1965) analisaram eletromiograficamente uma série de movimentos de oponência, na qual o polegar se opunha forte e simultaneamente, contra a superfície lateral e a ponta da falange distal de cada dedo. Observaram que o músculo oponente do polegar foi mais ativo que o músculo abdutor curto do polegar, e que a atividade de ambos aumentou gradualmente no contato ponta-a-ponta, na medida em que o polegar se aproximava do dedo mínimo.

Long e colabor. (1970) observaram um aumento na atividade elétrica da musculatura tenar, em proporção à resistência externa, através do estudo eletromiográfico da musculatura da mão, na garra de força.

Durante a contração voluntária, a atividade elê-

trica é proporcional a tensão, em condição isotônica ou isométrica (Basmajian, 1978).

Trombly e Cole (1979) registraram atividade elétrica elevada durante as atividades com resistência, em quatro músculos da mão (flexor profundo dos dedos, extensor comum dos dedos, primeiro interósseo dorsal e abductor curto do polegar) se comparada com atividades sem resistência.

Cooney e colabor. (1985) realizaram um estudo eletromiográfico dos movimentos isométricos e de preensão do polegar, verificando que os músculos abductor curto e oponente do polegar foram ativos nos movimentos de flexão, extensão e abdução. Observaram, ainda, que os referidos músculos aumentavam suas respectivas atividades, na medida em que aumentava também a resistência, confirmando Basmajian (1978).

Os resultados registrados, concordam com os achados dos autores supra-citados, uma vez que foi observado um aumento nas atividades dos músculos em questão; se comparados com os dados obtidos na série de movimentos livres.

Observou-se, ainda, que, de forma análoga à série livre, a atividade do músculo abductor curto continuou prevalecendo nos movimentos de abdução, flexão e extensão, e o músculo oponente, no de oponência. Talvez, isso seja devido às razões já mencionadas na série anterior, a saber: natureza biarticular do primeiro músculo, o que levaria à maior participação do mesmo nos movimentos de abdução e flexão; sua inserção no dorso da falange distal, tornando-o mecanicamente apto a participar no movimento de extensão da referida falange; e, finalmente, a localização admirável do segundo músculo, com relação ao movimento de rotação medial

do primeiro metacarpiano, movimento esse de significativa amplitude e que compõe o movimento de oponência.

### 3. MOVIMENTOS DE GARRA

#### 3.1- Garra de força

Segundo Napier (1953, 1956) e, posteriormente Landsmeer (1962), Bunnell (1970), Long e colabor. (1970) e Bendz (1974), durante a execução da garra de força, o polegar encontra-se aduzido nas articulações carpometacarpiana e metacarpofalângica. Napier (1956) afirma, ainda, que durante a manipulação, o polegar está sempre em abdução ou adução. Isso porque a posição intermediária, devido à incongruência das superfícies articulares e à frouxidão ligamentar, é instável. Os elementos de força e precisão influenciam os tipos de garra, e a predominância de um ou outro é responsável pelas características anatômicas da mesma. O elemento de precisão na garra de força está em íntima relação com a posição do polegar de tal forma que, quando a garra de força não requer muita precisão, o polegar se apoia no dorso dos dedos, porém quando uma precisão maior é necessária, o polegar é aduzido e alinhado com o eixo longitudinal do objeto.

A descrição desta última posição do polegar corresponde à posição adotada na metodologia do presente estudo, em cujo resultado, observou-se que, mesmo com o polegar aduzido, a atividade eletromiográfica do músculo abdutor curto do polegar foi predominantemente moderada, enquanto que

a do músculo oponente do polegar foi forte. Contudo, durante a realização do movimento de adução livre e contra-resistência, tal atividade não ocorreu, uma vez que os referidos músculos permaneceram inativos. Entretanto, uma observação mais fina revela que o polegar, embora aduzido, exercia uma pressão contra o objeto (cilindro), numa direção paralela ao plano da palma da mão, correspondendo à direção do movimento de flexão, no qual verificou-se atividade nos músculos em estudo. Talvez, esse fato, tenha contribuído para o aparecimento dos potenciais de ação.

Cooney e Chiao (1977), através de análise tridimensional, calcularam as forças internas nas articulações e tendões do polegar, durante a garra de força. Verificaram que os tendões extrínsecos e intrínsecos do polegar sustentam uma força de mais de 50 kg, durante a realização da garra de força, e que as forças de compressão podem ser superiores a 120 kg, na articulação carpometacarpiana, quando se requer potência. Relatam, ainda, que a magnitude da força encontrada nos músculos intrínsecos foi além da expectativa, visto que sua área de secção transversal é pequena, cerca de  $6,00 \text{ cm}^2$  (Cooney e colabor., 1984).

Trombly e Cole (1979), e, posteriormente, Cooney e colabor. (1985), encontraram atividade eletromiográfica nos músculos abdutor curto e oponente do polegar, na garra de força. Referem ainda, que esse último músculo exibiu atividade mais intensa, em conformidade com os resultados do presente trabalho.

Srinivasan e Landsmeer (1982), através de modelo mecânico, estudos anatômicos e observações clínicas, verifi

caram a importância da musculatura intrínseca do polegar, na estabilização interna e mobilização do mesmo, durante a execução da garra de força, visto que essa musculatura atua diretamente no primeiro metacarpiano, segmento integrante da cadeia articular do polegar.

Baseando-se, então nos achados eletromiográficos do presente estudo, e nas citadas referências, confirma-se a participação dos músculos abdutor curto e oponente do polegar na garra de força, promovendo o equilíbrio interno, bem como a força necessária à realização do movimento.

### 3.2- Garra de precisão

#### 3.2.1- Garra lateral

Os estudos eletromiográficos sobre o controle muscular da mão, através de eletrodo de fio, de Long e colabor. (1970), revelam atividade nos músculos abdutor curto e oponente do polegar, durante a manipulação da garra lateral (fase dinâmica). Na fase estática, porém, foi observado um decréscimo na atividade do músculo abdutor curto, de tal forma que a mesma foi mínima.

Trombly e Cole (1979) observaram, através de eletrodos de superfície, que na garra lateral, ambos os músculos exibiram atividade mínima.

Já Cooney e colabor. (1985) relatam inatividade no músculo abdutor curto, e pronunciada atividade no músculo oponente do polegar. Foi utilizado, para tal estudo, eletrodo de fio.

Os resultados do presente estudo confirmam os de Long e colabor (1970) e Cooney e colabor. (1985), no que diz respeito à atividade elétrica do músculo oponente do polegar, cuja atividade foi predominantemente forte. No entanto, com relação ao músculo abdutor curto, os mesmos resultados se contrapõem, na medida em que o referido músculo foi ativo em todos os casos exibindo significativa atividade (predominantemente moderada).

O uso dos diversos tipos de eletrodos pode, talvez, justificar a diferença entre os resultados. Porém, observa-se que mesmo entre os achados de Long e colabor. (1970) e Cooney e colabor. (1985), obtidos com o mesmo tipo de eletrodo (de fio) existe discordância entre os resultados, no que diz respeito à atividade elétrica do músculo abdutor curto do polegar. Sabe-se que o local de implantação do eletrodo pode influenciar na obtenção dos resultados, uma vez que existem evidências de que o músculo se comporta diferentemente em cada segmento (Soderberg e Cook, 1984).

Nesse tipo de garra, de forma análoga à garra de força, o polegar aplica uma pressão contra o objeto numa direção paralela ao plano da mão, ou seja, a mesma direção do movimento de flexão. A diferença é que na garra lateral o polegar se encontra mais abduzido, razão pela qual, talvez, o músculo abdutor curto tenha apresentado um ligeiro aumento na atividade elétrica, se comparada com a atividade apresentada na garra de força. No entanto, a atividade do músculo oponente continuou sendo ligeiramente superior.

### 3.2.2- Garra trípode

### 3.2.3- Garra ponta-a-ponta

### 3.2.4- Garra circular

### 3.2.5- Garra subterminal

Forrest e Basmajian (1965) verificaram atividade leve nos músculos abdutor curto e oponente do polegar no ato de segurar uma xícara pela asa (garra subterminal fina) e atividade moderada no de segurar um copo de vidro (pinça subterminal grossa), sugerindo que a atividade de ambos os músculos é diretamente proporcional à amplitude do movimento de abdução.

Long e colabor. (1970) observaram que, durante a manipulação (fase dinâmica) da garra de precisão, os músculos flexor curto, abdutor curto e oponente do polegar agem como uma tríade, promovendo a abdução, rotação medial e flexão do primeiro metacarpiano; porém, durante a fase estática, desse mesmo tipo de garra, foi encontrada atividade no primeiro interósseo dorsal e flexor curto, que realizam a flexão na articulação metacarpofalângica, produzindo a força de compressão, como também no músculo oponente, promovendo a rotação medial do primeiro metacarpiano. Foi encontrada atividade leve em apenas um caso no que diz respeito ao músculo abdutor curto.

Cooney e colabor. (1985) encontraram significativa atividade no músculo oponente do polegar, durante o estudo isométrico, nas garras ponta-a-ponta e subterminal, porém referem inatividade no músculo abdutor curto, confirman

do Long e colabor. (1970).

Os resultados do presente estudo não estão concordo dando com os de Long e colabor. (1970) e Cooney e colabor. (1985), que mencionam inatividade no músculo abdutor curto do polegar, uma vez que na realização da garra de precisão, o referido músculo, tal qual o oponente, exibiu atividade predominantemente forte, em todos tipos de garra propostos, exceto na garra ponta-a-ponta, cuja atividade foi considerada da predominantemente muito forte.

Segundo, ainda, resultados do presente estudo, os músculos em questão apresentaram intensa atividade durante os movimentos de abdução e oponência; logo, é compatível a atividade encontrada nesses mesmos músculos durante a execussão dos movimentos de garra de precisão, visto que, na realização dos mesmos, o polegar se encontra abduzido e rodado medialmente, nas articulações trapézio-metacarpiana e metacarpofalângica. Em decorrência desta posição, os receptores sensoriais da pele ficam mais expostos, transmitindo imporportantes informações para o ajuste postural, adequado à manipulação (Napier, 1954; Landsmeer, 1962; Kaplan, 1965; Bunnell, 1970 e Bendz, 1974).

Além disso, observações decorrentes da lesão periférica do nervo mediano, como na hanseníase, revelam impossibilidade na realização da garra de precisão e dos movimentotos de abdução e oponência, quando os músculos abdutor curto e oponente do polegar estão paralizados, demonstrando a imporportância dos mesmos nesses movimentos.

Cabe ressaltar, novamente, a utilização dos diversos tipos de eletrodo, como possível fator de interferência



nos resultados.

Verificou-se que na garra ponta-a-ponta, os dois músculos apresentaram maior atividade, em relação aos outros tipos, devido talvez, à posição do polegar em rotação medial pronunciada:  $18,7^{\circ}$ , segundo Cooney e colabor. (1984).

Na garra subterminal, contrariando os achados de Forrest e Basmajian (1965), verificou-se menor atividade em ambos os músculos, na garra subterminal grossa, muito embora, nesse tipo de garra o polegar ainda que abduzido, encontra-se menos rodado medialmente.

Observou-se, ainda, que os resultados correspondentes a esta última série de movimentos de garra apresentaram variações muito grandes, de leve a muito forte. Isso, talvez, seja devido ao fato de não ter sido controlada a força aplicada pelo voluntário, contra o objeto.

## CONCLUSÕES

1. O músculo abdutor curto do polegar foi mais ativo que o músculo oponente do polegar, nos movimentos de abdução, flexão e extensão livres e contra-resistência.
2. O músculo oponente do polegar foi mais ativo que o músculo abdutor curto, nos movimentos oponência livre e contra-resistência, bem como nas garras de força e lateral.
3. Ambos os músculos foram inativos, nos movimentos de adução livre e contra-resistência.
4. Nos movimentos de oponência livre e contra-resistência, a atividade dos dois músculos em questão aumentou gradualmente à medida em que o polegar se aproximava do dedo mínimo.
5. Nos movimentos contra-resistência, a atividade de ambos os músculos foi maior, em comparação com os respectivos movimentos livres.
6. Os músculos abdutor curto e oponente do polegar foram ativos, em todos os tipos de garra propostos.

## RESUMO

Foram analisados eletromiograficamente os músculos abductor curto e oponente do polegar, em vinte e quatro indivíduos jovens e saudáveis, na faixa etária de 19 a 30 anos, através da utilização de eletrodos de agulha co-axiais simples, acoplados a um eletromiógrafo marca Teca TE4 de duplo canal, com o objetivo de estudar a sinergia entre os referidos músculos, comparando suas respectivas atividades em movimentos livres, contra-resistência e de garra.

O músculo abductor curto do polegar apresentou maior atividade eletromiográfica que o músculo oponente nos movimentos: abdução, flexão e extensão livres e contra-resistência.

O músculo oponente do polegar apresentou maior atividade nos movimentos de oposição livre e contra-resistência, bem como nas garras de força e lateral.

Nos movimentos de adução, os dois músculos em questão revelaram inatividade.

Ambos os músculos exibiram atividade em todos os tipos de garra propostos.

## SUMMARY

An electromyographic study was made of the following thumb muscles: the abductor pollicis brevis, and opponens pollicis in 24 young and healthy persons ranging from 19 to 30 years old, through the use of electrodes of simple co-axial needles, linked to an electromyograph, mark TECA TE 4 with a double channel with the object of studying the synergism between the cited muscles, comparing their respective activities in free movement, counter-resistance, and grasp.

The abductor pollicis brevis, presented greater electromyographic activity than the opposing muscle in both free and counter-resistant, as well as grasp and lateral pinch.

In the movements of abduction, the two muscles in question revealed inactivity.

Both muscles showed activity in all the types of proposed grasp.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L.B. - Clinical aspects of muscles imbalance in the hand due to ulnar nerve lesions. Anat. Clin., 6: 177-182, 1984.
- ALEXANDRE, J.H. e HAMONET, C. - Exploration Electromyographique des muscles de la main. Arch. Anat. Path., 17: 230-236, 1969.
- BASMAJIAN, J.V. - Muscles alive: their functions revealed by electromyography. Baltimore, Williams e Wilkins, 1978.
- BENDZ, P. - Systematization of the grip of the hand in relation to finger motor systems. Scand. J. Rehab. Med., 6: 158-165, 1974.
- BRUNNSTRON, S. - Clinical Kinesiology, Philadelphia: Lea e Febiger, 1966. cap. 3.
- BUNNELL, S. - Surgery of the hand, Philadelphia: J.B. Lippincott Co, 1970, p. 12.
- CLOSE, J.R. & KIDD, C.C. - The Function of the muscles of the thumb, the index and long fingers. J. Bone Joint Surg, 51-A: 1601-1620, 1969.
- COONEY, W.P. e CHIAO, E.Y.S. - Biomechanical analysis of

- static forces in the thumb during hand function. J. Hand Surg., 59-A: 27-36, 1977.
- COONEY, W.P.; LUCCA, M.J.; CHIAO, E.Y.S. e LINSCHIED, R.L. - The kinesiology of the thumb trapeziometacarpal joint. J. Bone and Joint Surg., 63-A: 1371-1381, 1981.
- COONEY, W.P.; LINSCHIED, R.L. e KAI, N.A. - Opposition of the thumb: an anatomic and biomechanical study of tendon transfers. J. Hand Surg., 9-A: 777-786, 1984.
- COONEY, W.P.; KAI, N.A. e DAUBE, J.R. - Electromyographic analysis of the thumb: a study of isometric forces in pinche and grasp. J. Hand Surg., 10A: 202-210, 1985.
- DUCHENNE, G.B.A. 1867 - Physiologie des mouvements: demonstrated by means of Electrical Stimulation and clinical observation and applied to the Study of Paralysis and deformities. Tradução de Kaplan, E.B., Philadelphia, 1949, cap. 4.
- EBSKOW, B. e LONG, C. - A Method of Electromyographic Kinesiology of the thumb. Arch. Ohys. Med. e Rehab, 48: 78-84, 1968.
- FORREST, W.J. e BASMAJIAN, J.V. - Functions of Human Thenar and Hipothenar Muscles. J. Bone Joint Surg., 47A: 1585-1594, 1965.
- FURLANI, J. - Pinça polegar-indicador: análise eletromiográfica

fica de sua musculatura intrínseca e extrínseca (em publicação).

GRIFFITHS, H.E., 1943 em NAPIER, J.R. - The prehensile movements of the human hand. J. Bone Joint Surg, 38-B: 902-913, 1956.

HALL, E.A. e LONG, C. - Intrinsic hand muscles in power grip: an electromyographic study. Electromyographic, 8: 397-421, 1968.

JOHNSON, D.R. e FORREST, W.J. - An electromyographic study of the abductors and flexors of the thumb in man. Anat Record, 166: 325-334, 1970.

KAMAKURA, N.; MATSUO, M. e HARUMI, I. - Patterns of static prehension in normal hands. Am. J. Occup. Ther., 34: 437-445, 1980.

KAPANDJI, I.A. - Fisiologia articular: esquemas comentados de mecânica humana. São Paulo, Manole, 1980, v. 1, pp. 200-202.

KAPLAN, E.B. - Functional and surgical anatomy of the hand, Philadelphia, J.B. Lippincott Co, 1965, cap. 3.

KENDALL, H.O.; KENDALL, F.P. e WADSWORTH, D. - Músculos, Pruebas y funciones. Barcelona, Editorial Jims, 1977, c. 4.

- LANDSMEER, J.M.F. - Power grip and precision handling. Annals of Reumatic Disease, 21: 164-170, 1962.
- LITTLER, J.W. - The Physiology and Dynamic Function of the Hand. Annals of Reumatic Disease, 29: 259-266, 1970.
- LONG, C.; CONRAD, P.W.; HALL, E.W. e FURLER, S.L. - Intrinsic-extrinsic muscle control of the hand in power grip and precision handling. J. Bone Joint Surg., 52-A: 853-867, 1970.
- McFARLANE, R.M. - Observations on the functional anatomy of the intrinsic muscles of the thumb. J. Bone Joint Surg., 44-A: 1073-1087, 1962.
- NAPIER, J.R. - The attachments and function of the abductor pollicis brevis. J. Anat. Lond., 86: 335-341, 1952.
- NAPIER, J.R. - Posture of the thumb during activity. J. Bone Joint Surg., 87: 628, 1953.
- NAPIER, J.R. - The form an function of the carpo-metacarpal joint of the thumb. J. Anat. Lond., 89: 362-369, 1954.
- NAPIER, J.R. - The prehensile movements of the human hand. J. Bone Joint Surg., 38-B: 902-913, 1956.
- RALSTON, H.J. e LIBET, B. - The question of tonus in skeletal muscle. Am. J. Phys. Med., 32: 85-92, 1953.



- RASCH, P.J. e BURKE, R.K. - Cinesiologia e anatomia aplicada. Rio de Janeiro, Guanabara, 1977, c. 12.
- SODERBERG, G.L. e COOK, T.M. - Eletromyography in biomechanics. Physical Therapy, 64: 1813 a 1819, 1984.
- SOUSA, O.M. - Aspectos da arquitetura e da ação dos músculos estriados baseados na eletromiografia. Folia Clinica et Biologica, 28: 12-42, 1958-1959.
- SOLLERMAN, C.J. e SPERLING, L. - The grip pattern of the healthy hand during eating. Scand J. Rehab. Med., 9: 115-121, 1977.
- SRINIVASAN, H. e LANDSMEER, M.F. - Internal stabilization in the thumb. J. Hand Surg., 7: 371-375, 1982.
- TROMBLY, A.C. e COLE, J.M. - Electromyographic study of four hand muscles during selected activities. Am. J. Occup. Ther., 33: 440-449, 1979.
- TYLOR e SCHWARZ, 1955 em BENDZ, P. - Systematization of the grip of the hand in relation to finger motor systems. Scand. J. Rehab. Med., 6: 158-165, 1974.
- WEATHERSEY, H.T.; SUTTON, L.R. e KRUSEN, U.L. - The kinesiology of muscles of the thumb: an electromyographic study. Arch. Phys. Med., 44: 321-326, 1963.